

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-321069

(43)Date of publication of application : 27.12.1989

(51)Int.Cl.

B22D 19/14
C22C 1/09

(21)Application number : 63-155690

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
MITSUBISHI KASEI CORP

(22)Date of filing :

23.06.1988

(72)Inventor : KOYA YOSHIHIRO

KATAYAMA TOSHIAKI

HATA SUENOBU

(54) PRODUCTION OF CARBON FIBER REINFORCED METAL COMPOSITE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent damage of fiber and to obtain a carbon fiber reinforced metal composite material having sufficient strength by arranging a partition wall having different material as composite matrix material so that fiber aggregated part becomes discontinuation with the matrix after casting, on the surface of the fiber aggregated part.

CONSTITUTION: The fiber is not particularly limited, but pitch series carbon fiber of coal series or oil series is used. Further, shape of the partition wall arranged on the surface of the fiber formed body may be cylindrical shape, etc., to be possible to restrain change toward vertical direction to the max. stress direction loaded on the composite part at the time of cooling. If the deformation in this direction can be restrained, it becomes difficult-to-buckling and the damage of the fiber does not occur. Generally, the material of this partition wall is used with iron, ceramic, etc.

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平1-321069

⑬ Int. Cl. *

B 22 D 19/14
C 22 C 1/09

識別記号

序内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)12月27日

B -7011-4E
A -7518-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 6 頁)

⑮ 発明の名称 炭素繊維強化金属複合材料の製造法

⑯ 特願 昭63-155690

⑰ 出願 昭63(1988)6月23日

⑱ 発明者 小屋 美廣 神奈川県横浜市緑区鶴志田町1000番地 三菱化成株式会社
総合研究所内⑲ 発明者 片山 利昭 神奈川県横浜市緑区鶴志田町1000番地 三菱化成株式会社
総合研究所内

⑳ 発明者 畑 季延 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

㉑ 出願人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号

㉒ 出願人 三菱化成株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号

㉓ 代理人 弁理士 長谷川一 外1名

明細書

1 発明の名称

炭素繊維強化金属複合材料の製造法

2 特許請求の範囲

(1) 連続した炭素繊維を用いた金属複合材料を鋳造するに当たり、複合部の表面の一部に複合化母相材質とは異なる材質によって、鋳造後実質的に複合部と母相のみからなる領域が不連続となるような隔壁を設け、複合化時に生じる応力による繊維の損傷を防止したことを特徴とする炭素繊維強化金属複合材料の製造法。

(2) 炭素繊維がピッチ系炭素繊維であることを特徴とする請求項1記載の炭素繊維強化金属複合材料の製造法。

(3) 炭素繊維の物性値と繊維体積率が次式を満足することを特徴とする請求項2記載の炭素繊維強化金属複合材料の製造法。

$$E_f \times V_f > 2.2$$

ここで

$$E_f : J I S-R-7801に基づく繊維弹性率(T/m)$$

V_f : 複合化部の繊維体積率(繊維体積／複合化部の全体積)を表わす。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は鋳造法により炭素繊維強化金属複合材料を製造するに際し、その製造過程で繊維を損傷させることなく、充分に繊維強度を発現させた複合材料を提供する製造法に関するものである。

〔従来の技術〕

アルミニウムまたはマグネシウム等堅金属をマトリックスとし炭素繊維を強化材とする複合材料(以下C.P.R.Mといふ)は比強度、比剛性、低熱膨張係数を有する材料として期待されている。このC.P.R.Mの製造方向としては鉛融接合法、溶融法に大別される。

後者のうち、特に高圧加圧鋳造法(以下高圧法)は繊維予備成形体を作る必要はあるが、生産性の高い方法として注目されている。

特開平1-321069(2)

〔発明が解決しようとする問題点〕

発明者らはこの溶媒法を用い、連続ビッチ系炭素繊維の一方方向強化C.F.R.Mを作製検討している中で、予備成形体の形状、製造条件、織維率、及び複合体積率等により、C.F.R.Mの引張強度が著しく低く、又C.F.R.M内部に铸造状態ですべてにキ裂を含む場合のあることを知った。発明者らはこれらの発生防止を目的として強度劣化及びキ裂発生のメカニズムについて鋭意検討した。C.F.R.Mの製造方法である溶媒法においては、まず織維予備成形体を作る必要があり、又製造に必要な母相（以下マトリックス）材質の溶剂量は複合化に必要な十分な量の数倍以上使用される。さらに予備成形体への溶媒の浸透をよくするため、予備成形体はその温度を高く保つ必要があり铸造時には相対的に低い温度にある金型へ接して配置させることは避けている。そのため铸造により複合化された予備成形体部分（以下複合化部）は実質的にマトリックス材質によって拘束される形となる。一方抜取接合

一方著しく低い引張強度や内部にキ裂を有するC.F.R.Mについて組織等の観察を詳細に行なった所圧縮による織維の屈曲が部分又は全体に発生しており、この織維損傷が引張強度の著しい低下を引き起していると認められた。この観察結果は又同時に前述した熱圧縮応力と因果関係、すなわち圧縮応力又は歪により複合化部の織維が屈曲損傷し、引張強度の低下及び又はキ裂の発生を引き起していると推測された。複合化部の部分的織維損傷又は全般的キ裂発生が起るか否かは発生した圧縮応力又は歪が複合化部の織維の圧縮破断強度または歪を越えるか否かで決定される。

用いる炭素繊維に於て、ビッチ系炭素繊維はPAN系炭素繊維に対し、膨脹化度を高くすることが比較的容易なため、C.F.R.M用としてはA₂等マトリックスとの反応性が小さく、又弾性率を高く出来る等秀れた面を有するが、同一強度レベルに於ける圧縮強度または圧縮破断歪はPAN系に比べ低く、又引張弾性率が高くな

法によるC.F.R.Mの製造ではマトリックスの量は目的とする複合体成率に対し、一般的に必要最少限とされるため、铸造法のように複合化部全体がマトリックスによりつつまれることはない。ただいずれの製造方法をとるにせよ高温铸造であるため、冷却段階でマトリックスと織維の熱膨張の差に起因する熱応力が発生することはよく知られている。ただ抜取接合法では必要な製品の複合化部が複合化部であるため、織地への応力はたしかだかマトリックスの降伏応力である。しかしながら铸造法では前述のようにマトリックス材質のみの領域が大きいため、その領域の熱収縮量と複合化部の熱収縮量の差が直接複合化部への応力源となると考えられる。マトリックスをA₂（熱膨張係数 $\alpha \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）とし強化材を一方的に引き拘束した炭素繊維（熱膨張係数 $\beta \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）予備成形体として溶媒法によってC.F.R.Mを製造した場合、種々の条件によって大きさは異なるが、複合化部の織維側方向には圧縮応力または歪が発生する。

る程その値は小さくなる。それ故前述した凝固冷却によって生じる圧縮応力または歪による複合化部織維の損傷防止に対し、ビッチ系炭素繊維によるC.F.R.Mの製造はより充分な配慮が必要と考えられる。又織維率及びまたは織維の弾性率が高くなると複合化部の弾性率（E_c）も高くなる。マトリックスと複合化部の熱収縮の相対歪（ ϵ ）はほぼ同一と考えられるので発生する応力（ σ ）は $\sigma = E_c \times \epsilon$ の関係より大きくなり、織維はより損傷を受けやすくなることが理解出来る。

すなわち本発明者らはビッチ系、PAN系といった織維種、織維の弾性率、織維率は铸造法に於ける凝固冷却時の圧縮応力または歪による織維損傷に対する重要性をパラメーターであることを把握した。さらにとくにビッチ系炭素繊維についてA₂を母相とした条件下、織維率（V_f）と織維弾性率（E_f）によるC.F.R.M内の織維損傷の有無について相関を調べた所、図2のような関係を見出した。

特開平1-321069(3)

すなわち、 $E_f \times V_f > 2.2$ の値を有する繊維予備成形体は鋳造法によって複合化された時、内部の繊維の損傷確率は著しく高いことがわかった。C.F.R.Mに於て弾性率及び／または体積率を高くすることは弾性を求める上では必須であり、製造時に繊維損傷が生じることは実用上大きな障害となると考えられた。

本発明者らは前述のような結果、状況を把握した後、特に $E_f \times V_f > 2.2$ の領域にあるC.F.R.Mに於ても内部に繊維損傷のない製造法について幾々検討し、下記の手法等により解決出来ることを見出し本発明に到達した。

〔問題点を解決するための手段〕

すなわち、本発明の要旨は、遮蔽した炭素繊維を用いた金属複合材料を鋳造法により鍛造するに當たり、繊維集合部の表面の一部に複合化母相材質とは異なる材質によって、鍛造模擬質的に繊維集合部と母相のみからなる領域が不連続となるような隔壁を設け、鋳造冷却時に生じる応力による繊維の損傷を防止したことを特徴とする。

一端部が隠されているてもかまわない。

前述した様に冷却時に生じる圧縮応力により繊維損傷は起きるが、これは最大圧縮応力方向（一方向材であれば繊維軸方向）に対する垂直方向（一方向材であれば横方向）への変形自由度があるため、剪断不安定となり屈曲すると考えられる。これ故、この方向の変形をおさえることが出来れば屈曲しなくなり繊維損傷は起らない。この効果を有するのが隔壁であり、筒状は最も有効である。その隔壁材質は横方向変形を押さえられれば限界しないが一般には鉄、セラミック等が十分な強度を有しているので好ましい。

本発明においては、用いる炭素繊維の繊維弹性率 E_f （JIS-R-7601）と複合化部の繊維体積率（繊維体積／複合化部の全體積）とが、 A_f をマトリックスとする場合には、 $E_f \times V_f > 2.2$ の関係を満たすような場合に特に有効である。

本発明方法において用いられる鋳造法自体は、

とする炭素繊維強化金属複合材料の製造法である。

以下、本発明を詳細に説明する。

まず、本説明において用いられる炭素繊維は、特に規定されるものではなく、公知のポリアクリロニトリル（PAN）系、ビッチ系あるいは気相法炭素繊維等のいずれの種類でもよいが、特に石炭系又は石油系のビッチ系炭素繊維が好適である。

本発明方法においては、このような遮蔽した炭素繊維を用いた金属複合材料を鋳造法によって製造するに際し、繊維予備成形体表面の一部に鉄等、マトリックスと異なる材質により、鍛造後実質的マトリックスと複合化部が不連続になるような隔壁を設けることが必要である。繊維予備成形体の表面に設ける隔壁の形状としては、冷却時複合化部に負荷される応力が最大の方向（一方向材であれば繊維軸方向）に対し垂直な方向の変形をおさえることが可能な形状であればよく、筒状等が好ましい。筒状に於て

常法によることができる。

〔実施例〕

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

実施例1

弾性率 20 T/m 、引張強度 300 kp/mm^2 （測定はJIS-R-7601に準拠）の石炭ビッチ系炭素繊維を用いて一方向に引き綱えを後、C.F.R.Mに於ける繊維体積率が 25% になると目的として一端を開いたステンレスパイプに挿入し予備成形体を作製した。

次に 800°C （Ar 界囲気中）で予備加熱して 250°C の金型にセットした後溶浴温度 600°C 、溶湯圧力 2.6 kp/mm^2 の加圧鍛造にてC.F.R.Mを作製した。尚、使用した溶湯は米国アルミニウム協会のAA規格によるAJ56組成のアルミニウム合金である。出来たC.F.R.Mを冷却後、切出し図-1（1:CFRM、2:タブ）に示す引張試験片にて強度測定を行なった。

（N=8）値は最高 150 kp/mm^2 、平均 140

特開平1-321069(4)

kg／㎟を示した。

実施例一、

弾性率 50 T／㎟、引張強度 200 kg／㎟の石炭ビッヂ系炭素繊維を用い、一方方向に引き抜いた後 C.F.R.M に於ける繊維体積率が 6.0 % になることを目的として一端を閉じたステンレスパイプに挿入し予備成形体を作製した。以下実施例 1 と同一の方法にて製造した C.P.R.M より図 1 に示す引張試験片を切出し、強度測定を行なった。値は 100 kg／㎟を示し、内部には何らキ裂等損傷されなかった。

実施例二、

弾性率 45 T／㎟、引張強度 250 kg／㎟の石炭ビッヂ系炭素繊維を用い、一方方向に引き抜いた後、C.F.R.M に於ける繊維体積率が 7.0 % になることを目的として、両端開放のステンレスパイプに挿入し予備成形体を作製した。次にこれを実施例 1 と同一の方法にて C.P.R.M を製造し、図 1 に示す引張試験片を切出し、作製し強度測定を行なった。値は 105 kg／㎟を示し、

試験前の試料を顕微鏡にて観察した所、数個所にクラックによる繊維損傷が認められた。

〔発明の効果〕

本発明方法によれば、製造過程で繊維を損傷されることなく充分に繊維強度を発現させた炭素繊維強化金属複合材料を得ることができる。

* 図面の簡単な説明

第 1 図とは、本発明で用いた引張試験片を示し、第 2 図とは、繊維強度率 (E_f) と繊維体積率 (V_f) の関係を示す図である。

出 請 人 本田技研工業株式会社

三菱化成株式会社

代 理 人 弁理士 長谷川 一

姓か／名

内部にキ裂等損傷を観察されなかつた。

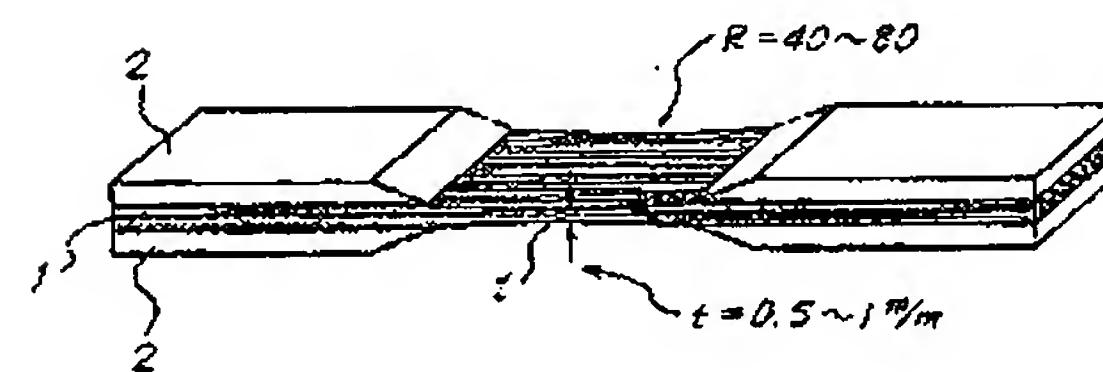
比較例一、

弾性率 50 T／㎟、引張強度 300 kg／㎟ (測定は JIS-R-2401 に準拠) の石炭ビッヂ系炭素繊維を用い、一方方向に引き抜いた後エボキシ樹脂を用いて乾燥、焼成、固化させ繊維体積率 5.5 % の予備成形体を作製した。以下実施例 1 と同一の方法にて C.F.R.M を製造した。出来た C.F.R.M を専用機器で切出した所、繊維長手方向のほぼ中央部にクラックが走っており試験の採取は不可であった。

比較例二、

弾性率 50 T／㎟、引張強度 290 kg／㎟ (測定は JIS-R-2401 に準拠) の石炭ビッヂ系炭素繊維を用い、一方方向に引き抜いた後エボキシ樹脂を用いて乾燥、焼成、固化させ繊維体積率 6.0 % の予備成形体を作製した。以下実施例 1 と同一の手法にて C.P.R.M を製造し、図 1 に示す引張試験片を切出し、作製し、強度測定を行なった。値は 104 kg／㎟と低く、又引張

第 1 図



特開平1-321069 (5)

第 2 図

